

Tegangan dan Kuat Arus Listrik dari Sifat Asam...Atina...Sainmatika...Volume 12...No.2...Desember 2015...28-42

TEGANGAN DAN KUAT ARUS LISTRIK DARI SIFAT ASAM BUAH

Atina

e-mail : klik_tina86@yahoo.co.id

Dosen Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas PGRI Palembang

ABSTRACT

Fruit is often used as food, drink and a good source of vitamin for the immune system actually has the ability to generated an electrical energy especially fruits and vegetables that are high acid. The acidity level of fruits is different, it necessary to do some research on how much voltage and current of the electricity produced fruit and and its relationship with acidity level (pH) of fruit. The samples in this research are tomatoes, pineapples, wuluh star fruits, appels and jeruk kunci. The vegetables and fruits extract is the measured for pH, current and voltage which produced with 10 repetitions. When the repetition was done every 5 minutes. The sequences fruit that produced of pH, voltage and current of the highest were jeruk kunci (3; 1,005 volt; 3,672 mA),wuluhstar fruits (2; 0,976 volt; 2,931 mA),apples (3,7; 0,974 volt; 2,658 mA), pineapples (4; 0,920 volt; 1,839 mA) dantomatoes (5; 0,876 volt; 0,890 mA). The pH of fruit is inversely proportional to voltage and current, meaning that when the acidity of fruit is low then the higher pH.

Key words : fruit, pH, voltage, current

ABSTRAK

Buah sering dijadikan sebagai makanan, minuman dan sumber vitamin untuk sistem pertahanan tubuh ternyata memiliki kemampuan untuk menghasilkan energi listrik khususnya untuk buah dan sayur yang memiliki tingkat keasaman yang tinggi. Mengingat tingkat keasaman buah yang berbeda – beda, maka peneliti memandang perlu untuk melakukan penelitian seberapa besar tegangan dan kuat arus listrik yang dihasilkan buah serta hubungannya dengan tingkat keasaman (pH) buah. Sampel penelitian adalah sayur tomat, nanas, belimbing wuluh, apel dan jeruk kunci. Masing-masing sampel diambil ekstraknya untuk kemudian diukur pH, kuat arus dan tegangan listrik yang dihasilkan dengan 10 kali pengulangan. Dimana pengulangan dilakukan setiap 5 menit. Urutan buah yang menghasilkan pH, tegangan dan kuat arus listrik dari yang paling tinggi yaitu jeruk kunci (3; 1,005 volt; 3,672 mA), belimbing wuluh (2; 0,976 volt; 2,931 mA), apel (3,7; 0,974 volt; 2,658 mA), nanas (4; 0,920 volt; 1,839 mA) dan tomat (5; 0,876 volt; 0,890 mA). pH buah berbanding terbalik dengan tegangan dan kuat arus artinya apabila pH buah rendah maka tegangan dan kuat arus semakin tinggi dan sebaliknya.

Kata kunci: Buah, pH, Tegangan listrik, Kuat arus listrik.

PENDAHULUAN

Energi adalah mutlak diperlukan dalam semua sektor kehidupan. Kita tahu bahwa sumber energi tergolong menjadi 2 yaitu sumber energi terbarukan dan yang tak terbarukan. Sumber energi terbarukan contohnya adalah air, matahari, tumbuhan. Sedangkan sumber energi tak terbarukan misalnya minyak bumi dan gas, dimana untuk memperbaharunya membutuhkan waktu yang sangat lama. Tak dapat dipungkiri bahwa kebutuhan akan energi semakin hari semakin meningkat. Namun hal ini tidak diimbangi dengan pasokan energi itu sendiri khususnya energi tak terbarukan. Sebagai contoh energi listrik, sumber energi yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik adalah BBM dan gas. Dimana pasokan sumber energi ini semakin menipis sehingga secara tidak langsung mempengaruhi tarif dasar listrik. Di Indonesia, tarif dasar listrik (TDL) terus meningkat yang tentu akan berdampak negatif pada kehidupan ekonomi masyarakat. Yuki Tiara Wiharja dan Christine Natalia dalam jurnalnya yang berjudul Dampak Kenaikan Tarif Dasar Listrik Terhadap Institusi Rumah Tangga di Indonesia dengan *Model Computable General Equilibrium* menyebutkan bahwa Setiap tahun Tarif Dasar Listrik (TDL) naik rata-rata sebesar 10%.

Keadaan ini tentu saja harus segera diatasi, mengingat saat ini hampir semua peralatan menggunakan listrik sebagai sumber energinya. Karenanya masyarakat dituntut untuk lebih kreatif dalam menciptakan sumber energi baru sebagai sumber energi alternatif. Energi alternatif terus berupaya dikembangkan untuk menggantikan fungsi sumber energi tak

terbarukan tersebut khususnya energi listrik. Berbagai jenis energi listrik alternatif telah berkembang diantaranya pemanfaatan energi listrik dari sel surya. Energi listrik dari sel surya atau yang lebih dikenal sebagai energi surya telah banyak dimanfaatkan diberbagai bidang. Namun, permasalahan lain muncul bagi masyarakat ekonomi menengah ke bawah. Tidak semua lapisan masyarakat dapat menikmati energi surya ini karena biaya yang harus dikeluarkan untuk memperolehnya juga tidak sedikit.

Pada dasarnya, energi listrik dapat diperoleh dari berbagai sumber termasuk buah dan sayur. Energi listrik dapat dihasilkan dari buah-buahan khususnya buah yang mengandung banyak asam sitrat (Kartawidjaya, 2008). Buah sering dijadikan sebagai makanan, minuman dan sumber vitamin untuk sistem pertahanan tubuh ternyata memiliki kemampuan untuk menghasilkan energi listrik. Keasaman pada beberapa jenis buah mampu menghasilkan energi listrik karena bersifat elektrolit. Buah-buahan yang mengandung asam mineral berupa asam klorida dan asam sitrat, merupakan elektrolit kuat yang terurai sempurna menjadi ion dalam larutan air. Buah-buahan selain memiliki asam, juga banyak mengandung air, sehingga apabila ada dua logam yang berbeda dicelupkan, pada larutan buah-buahan dan sayuran tersebut akan timbul beda potensial antara logam dan air sehingga terjadilah potensial elektroda yang dapat menghasilkan arus listrik juga. Hal ini sejalan pula dengan prinsip sel volta. Jika dua buah logam dicelupkan dalam larutan elektrolit, maka akan terjadi reaksi spontan (reduksi – oksidasi) sehingga menimbulkan arus

listrik. Dari konsep dasar ini, maka buah-buahan dapat digunakan sebagai sumber energi listrik alternatif.

Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah diantaranya buah dan sayur. Di masyarakat kita, buah dan sayur mayoritas hanya dimanfaatkan sebagai sumber makanan, namun ternyata buah dan sayur (khususnya yang memiliki sifat asam) dapat pula dijadikan sebagai sumber energi listrik yang mungkin jika dikembangkan secara maksimal dapat mengatasi permasalahan krisis energi yang ada di depan mata. Beberapa buah dan sayur yang sering dikonsumsi yang memiliki sifat asam dan dapat menghasilkan energi listrik diantaranya tomat, nanas, apel, belimbing wuluh dan jeruk kunci. Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti memandang perlu untuk dilakukan penelitian seberapa besar nilai tegangan dan kuat arus listrik yang dihasilkan berbagai jenis buah serta bagaimana hubungan antara pH dan nilai tegangan dan kuat arus listrik yang dihasilkannya.

Energi listrik dapat dihasilkan dari berbagai jenis buah yang bersifat asam, sedangkan tingkat keasaman buah berbeda-beda antara buah yang satu dengan yang lain. Dimana tingkat keasaman dapat diukur dengan pH yang dimiliki, semakin tinggi tingkat keasaman maka pH akan semakin rendah dan demikian pula sebaliknya. Keragaman nilai pH ini tentu saja akan menghasilkan energi listrik yang beragam pula.

Sebuah benda bermuatan positif jika benda tersebut kehilangan elektron dan bermuatan negatif jika benda tersebut kelebihan elektron. Dalam keadaan berbeda muatan inilah munculnya tenaga potensial yang berada di antara benda – benda itu

(David, 2014). Karena itu bila sepotong kawat penghantar dihubungkan diantara kedua benda yang berbeda muatan menyebabkan terjadinya perpindahan energi diantara benda – benda itu. Peralihan energi ini berlangsung terus selama ada beda potensial yang lebih dikenal dengan tegangan listrik. Terjadinya tegangan disebabkan adanya beda tiap muatan yang mempunyai tenaga potensial untuk menggerakkan suatu muatan lain dengan cara menarik atau menolak. Beda potensial atau tegangan listrik dapat dihasilkan dengan memberikan tegangan listrik dari suatu pembangkit listrik pada salah satu tempat penghantar. Dengan kata lain, dalam suatu rangkaian listrik, tegangan listrik diartikan sebagai beda potensial di antara dua titik (Young, Freedman, & Ford, 2012).

Arus Listrik merupakan aliran elektron-elektron dari atom ke atom yang terjadi pada sebuah penghantar dengan kecepatan dalam waktu tertentu. Penyebab timbulnya arus listrik tersebut dikarenakan adanya beda potensial pada kedua ujung penghantar yang terjadi karena mendapatkan suatu tenaga untuk mendorong elektron - elektron tersebut berpindah - pindah tempat. Kecepatan perpindahan arus listrik ini dapat disebut laju arus yang dapat ditulis dengan I dengan satuan ampere.

Arus listrik dibedakan menjadi 2 yaitu :

1. Arus bolak balik (*Alternating Current*)

Arus bolak-balik (AC) adalah arus yang mengalir dengan polaritas yang berubah dan dimana masing-masing terminal polaritasnya bergantian. Pada umumnya arus AC ini adalah arus

yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti alat-alat elektronika yang dipakai didalam rumah kita. Arus listrik ini dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik yang bernama generator yang ada pada pembangkit listrik.

2. Arus Searah (*Direct Current*)

Arus searah (DC) merupakan arus yang mengalir dengan arah yang tetap (konstan) dengan masing-masing terminal selalu tetap pada polaritasnya. Arus ini bisa terjadi karena berasal dari akumulator (*Accu*). Arus listrik searah ini dapat dihasilkan dengan cara merubah arus AC menjadi DC menggunakan *power supply* dengan dioda sebagai penyearah arus yang dapat menyearahkan arus bolak-balik menjadi arus searah.

Pengukuran daya listrik dengan ohmmeter, amperemeter dan voltmeter. Daya listrik adalah energi yang dibawa oleh elektron yang bergerak tiap satuan waktu. Karena ada arus yang mengalir dalam rangkaian maka akan ada konversi energi listrik menjadi energi bentuk lain. Contoh, arus mengalir melalui filamen merubah energi listrik menjadi terang dan energi panas. Daya listrik dapat didefinisikan sebagai ukuran (*rate*) pada saat energi listrik dikonversi (Young et al., 2012) dan merupakan kuantitas yang penting dalam rangkaian-rangkaian praktis. Daya merupakan ukuran disipasi energi dalam sebuah alat (Situmorang, 2013). Karena tegangan dan arus dapat berubah sesuai fungsi dari waktu, kita segera memperkirakan bahwa nilai sesaat dan nilai rata-rata dapat digunakan untuk menggambarkan disipasi. Konsumsi daya dalam arus ac lebih rumit karena tegangannya sinusoidal dan

arusnya berubah secara kontiniu dalam amplitudo, dan dapat keluar atau masuk fase. Ada beberapa sirkuit ac yang sekaligus memiliki komponen resistif dan juga reaktif. Komponen resistif mendisipasi (membuang) energi pada rangkaian ac, sama halnya dengan rangkaian dc.

Elektrolisis merupakan proses kimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Komponen yang terpenting dari proses elektrolisis ini adalah elektrode dan larutan elektrolit. Dalam sel volta/galvani, reaksi oksidasi reduksi berlangsung dengan spontan, dan energi kimia yang menyertai reaksi kimia diubah menjadi energi listrik. Sel elektrolisis adalah sel elektrokimia yang menimbulkan terjadinya reaksi redoks yang tidak spontan dengan adanya energi listrik dari luar. Sel elektrolisis memanfaatkan energi listrik untuk menjalankan reaksi non spontan ($\Delta G > 0$) lingkungan melakukan kerja terhadap sistem. Contoh lainnya baterai aki yang dapat diisi ulang merupakan salah satu contoh aplikasi sel elektrolisis dalam kehidupan sehari-hari. Terdapat 2 prinsip khas dalam proses elektrolisis, yaitu hubungan antara beda potensial yang digunakan dan arus yang mengalir pada sel elektrolisis (Putra, 2010).

Faktor yang mempengaruhi elektrolisis antara lain adalah:

- Penggunaan katalisator

Misalnya H_2SO_4 dan KOH berfungsi mempermudah proses penguraian air menjadi hidrogen dan oksigen karena ion-ion katalisator mampu mempengaruhi kesetabilan molekul air menjadi menjadi ion H dan OH yang lebih mudah di elektrolisis karena terjadi penurunan energi pengaktifan. Zat tersebut tidak mengalami perubahan yang kekal

(tidak dikonsumsi dalam proses elektrolisis). Penggunaan asam sulfat sebagai katalis dalam proses elektrolisis menjadi pilihan utama dibandingkan KOH. Karena asam sulfat melepaskan H^+ yang memudahkan membentuk gas hidrogen. Sedangkan KOH melepaskan OH^- yang menghambat pembentukan gas hidrogen.

- Luas permukaan tercelup

Semakin banyak luas yang semakin banyak menyentuh elektrolit maka semakin mempermudah suatu elektrolit untuk mentransfer elektronnya. Sehingga terjadi hubungan sebanding jika luasan yang tercelup sedikit maka semakin mempersulit elektrolit untuk melepaskan electron dikarenakan sedikitnya luas penampang penghantar yang menyentuh elektrolit. Sehingga transfer electron bekerja lambat dalam mengelektrolisis elektrolit.

- Sifat logam bahan elektroda

Penggunaan medan listrik pada logam dapat menyebabkan seluruh electron bebas bergerak dalam metal, sejajar, dan berlawanan arah dengan arah medan listrik.

- Konsentrasi Pereaksi

Semakin besar konsentrasi suatu larutan pereaksi maka akan semakin besar pula laju reaksinya. Ini dikarenakan dengan prosentase katalis yang semakin tinggi dapat mereduksi hambatan pada elektrolit. Sehingga transfer elektron dapat lebih cepat meng-elektrolisis elektrolit dan didapat ditarik garis lurus bahwa terjadi hubungan sebanding terhadap prosentase katalis dengan transfer electron.

Elektrolisis air adalah peristiwa penguraian senyawa air (H_2O) menjadi oksigen (O_2) dan hidrogen gas (H_2) dengan menggunakan arus listrik yang

melalui air tersebut. Pada katode, dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron, tereduksi menjadi gas H_2 dan ion hidroksida (OH^-). Sementara itu pada anode, dua molekul air lain terurai menjadi gas oksigen (O_2), melepaskan 4 ion H^+ serta mengalirkan elektron ke katode.

Beda potensial yang dihasilkan oleh arus listrik antara anoda dan katoda akan mengionisasi molekul air menjadi ion positif dan ion negatif. Pada katoda terdapat ion positif yang menyerap elektron dan menghasilkan molekul ion H_2 , dan ion negatif akan bergerak menuju anoda untuk melepaskan elektron dan menghasilkan molekul ion O_2 . Reaksi total elektrolisis air adalah penguraian air menjadi hidrogen dan oksigen. Bergantung pada jenis elektrolit yang digunakan, reaksi setengah sel untuk elektrolit asam atau basa dituliskan dalam dua cara yang berbeda.

Elektrolit asam,

di anoda : $H_2O \rightarrow \frac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e^-$

di katoda : $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

total : $H_2O \rightarrow H_2 + \frac{1}{2} O_2$

Elektrolit basa,

di katoda : $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$

di anoda : $2OH^- \rightarrow \frac{1}{2} O_2 + H_2O + 2e^-$

total : $H_2O \rightarrow H_2 + \frac{1}{2} O_2$

Gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan dari reaksi ini membentuk gelembung pada elektroda dan dapat dikumpulkan. Prinsip ini kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan hidrogen yang dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan hydrogen.

Dengan menyediakan energy dari baterai, Air (H_2O) dapat dipisahkan ke dalam molekul diatomik hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2).

Sel Volta atau sel Galvani merupakan sel atau alat yang dapat menghasilkan arus listrik dengan bantuan reaksi kimia (Zahro & Bundjali, 2011). Reaksi ini lebih menguntungkan secara termodinamika (perbedaan energi bebas ΔG negatif) dan terjadi secara spontan ketika dua bahan standar positif yang berbedapotensial reduksi dihubungkan oleh sebuah beban elektronik (tegangan diturunkan) (Kumar & Sarakonsri, 2010). Sel ini terdiri atas dua elektroda yaitu elektroda negatif/anoda tempat berlangsungnya reaksi oksidasi, dan elektroda positif/katoda tempat berlangsungnya reaksi reduksi. Komponen lainnya dari sel ini yaitu larutan elektrolit. Jika dua buah logam sebagai elektrode dicelupkan dengan kecenderungan ionisasi berbeda di dalam larutan elektrolit tersebut, dan logam tersebut dihubungkan maka akan tersusunlah sel Volta (Yulianti, 2016). Potensial sel Volta bisa diukur melalui eksperimen menggunakan voltmeter ataupun potensiometer. Potensialnya juga bisa dihitung berdasarkan data potensial katoda dan anodanya. Arus listrik yang mengalir pada sel Volta disebabkan oleh adanya aliran elektron dari anoda menuju katoda, sehingga menimbulkan beda potensial.

Berdasarkan teori asam basa Arrhenius, suatu larutan dapat bersifat asam, basa atau netral tergantung pada konsentrasi ion H^+ atau ion OH^- dalam larutan tersebut. Larutan akan bersifat asam apabila konsentrasi H^+ lebih dominan dari konsentrasi ion-ion yang lain, larutan bersifat basa jika konsentrasi ion OH^- lebih dominan

dari konsentrasi ion yang lainnya dan suatu larutan memiliki sifat netral jika konsentrasi H^+ dan konsentrasi OH^- dalam larutan sama banyak.

Konsentrasi ion H^+ dan ion OH^- umumnya dalam suatu larutan sangat kecil. Untuk menghindari penggunaan bilangan yang sangat kecil digunakan skala pH atau derajat keasaman untuk menyatakan konsentrasi ion H^+ dan OH^- dalam larutan. Harga pH berkisar antara 0 sampai 14. Skala pH ($pH = \text{potenz Hydrogen}$) dikenalkan oleh Sorensen ahli kimia Denmark pada tahun 1909. pH menyatakan konsentrasi H^+ yang ada di dalam larutan, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$pH = \log 1/[H^+] \text{ atau } pH = -\log H^+$$

Sesuai dengan cara di atas, maka banyaknya OH^- dalam suatu larutan dapat diukur

$$pOH = \log 1/[OH^-] \text{ atau } pOH = -\log [OH^-]$$

mengingat pada suhu $25^\circ C$, $K_w = [H^+][OH^-]$ dan harga $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$ maka pada suhu $25^\circ C$ $pK_w = 14$.

$$pK_w = pH + pOH$$

$$-\log K_w = -\log [H^+] + -\log [OH^-]$$

$$-\log 10^{-14} = -\log [H^+] + [OH^-]$$

$$14 = pH + pOH \text{ atau } pH = 14 - pOH \text{ atau } pOH = 14 - pH$$

Secara ringkas keasaman atau kebasaan suatu larutan dapat dinyatakan sebagai berikut.

- Jika pH 7 larutan bersifat netral
- Jika pH lebih kecil dari 7 larutan bersifat asam
- Jika pH lebih besar dari 7 larutan bersifat basa

Harga pOH hanya ada dalam hitungan, jarang orang menyebut harga pOH dibanding pH meskipun larutan tersebut bersifat basa. Hubungan antara

[H₃O⁺], [OH⁻]. pH dan pOH untuk larutan asam, basa dan netral pada suhu 25 °C, dapat diringkas seperti yang tertera pada Tabel 1.

TABEL 1. Nilai pH untuk asam, basa dan garam

Larutan	[H ⁺]	[OH ⁻]	pH	pOH
Asam	>10 ⁻⁷	<10 ⁻⁷	<7	>7
Netral	=10 ⁻⁷	=10 ⁻⁷	=7	=7
Basa	<10 ⁻⁷	>10 ⁻⁷	>7	<7

Di dalam laboratorium, selain dengan cara menghitung konsentrasi H⁺, pH suatu larutan dapat ditentukan secara langsung menggunakan pH meter dan indikator universal. Indikator universal menyerupai kertas lakmus tetapi perubahan warna yang terjadi dapat dicocokkan dengan pita warna yang tertera pada kotaknya, sehingga pH larutan yang diukur langsung diketahui.

2.3 Elektrolit pada Buah

Buah lebih sering dikonsumsi sebagai bahan makanan dan minuman karena zat gizi yang terkandung di dalamnya. Misalnya buah apel kaya akan manfaat karena mengandung unsur vitamin, mineral dan unsur lain seperti fitokimia, serat, tanin, baron dan asam tartar. Vitamin yang terkandung pada buah apel diantaranya vitamin A, B1, B2, B3, B5, B6, B9 dan vitamin C. Apel juga mengandung mineral yang sangat dibutuhkan tubuh seperti kalsium, magnesium, potasium, zat besi dan zinc. Sedangkan fitokimia dalam buah apel berfungsi sebagai penangkal radikal bebas dan membantu menekan jumlah kolesterol jahat (LDL) yang dapat menyebabkan penyumbatan di pembuluh darah. Tanin dapat berfungsi

sebagai pembersih dan penyegar mulut sehingga dapat melindungi gigi dari kerusakan dan penyakit gusi. Buah apel dengan kandungan asam tartar dan serat dapat membantu memelihara fungsi pencernaan.

Buah lain yang sering dijumpai dan mengandung zat asam antara lain tomat, belimbing wuluh, nanas. Tomat merupakan klasifikasi dari buah maupun sayuran, walaupun struktur tomat adalah struktur buah. Tomat (*Lycopersicon esculentum*) merupakan salah satu produk hortikultura yang berpotensi, menyehatkan dan mempunyai prospek pasar yang cukup menjanjikan. Tomat, baik dalam bentuk segar maupun olahan, memiliki komposisi zat gizi yang cukup lengkap dan baik. Buah tomat terdiri dari 5-10% berat kering tanpa air dan 1 persen kulit dan biji. Jika buah tomat dikeringkan, sekitar 50% dari berat keringnya terdiri dari gula-gula pereduksi (terutama glukosa dan fruktosa), sisanya asam-asam organik, mineral, pigmen, vitamin dan lipid. Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) termasuk tanaman setahun (annual) yang berarti umurnya hanya untuk satu kali periode panen. Tanaman ini berbentuk perdu atau semak dengan panjang bisa mencapai 2 meter (Wiryanta, 2002).

TABEL 2. Hasil Analisis Buah Apel Manalagi, Apel Romebeauty dan Apel Anna

Analisis	Varietas Apel		
	Manalagi	Romebeauty	Anna
Total asam (%)	0.31	0.36	0.39
Gula reduksi (%)	7.11	7.36	8.63
Total fenol (mg/g)	5.44	5.03	4.22
Vitamin C (mg/100g)	6.37	10.45	7.10
Aktivitas antioksidan (%)	5.62	9.81	5.01

sumber : (Pembuatan Sari Apel (*Malus sylvestris* Mill) Metode Osmosis (Kajian Varietas Apel dan Lama Osmosis), 2014)

TABEL 3. Kandungan nilai gizi dan kalori pada sari dan buah tomat per 100 gram

Jenis Zat Gizi	Sari tomat	Tomat muda	Tomat masak
Kalori (kal)	15	23	20
Protein (g)	1	2	1
Lemak (g)	0,2	0,7	0,3
Karbohidrat (mg)	3,5	2,3	4,2
Vitamin A (si)	600	320	1500
Vitamin B (mg)	0,5	0,07	0.6
Vitamin C (mg)	10	30	40
Kalsium (mg)	7	5	5
Fosfor (mg)	15	27	26
Besi (mg)	0,4	0,5	0,5
Air (g)	94	93	94

Sumber : (Formulasi Sediaan Krim Cair Tangan dan Badan Menggunakan Sari Tomat (*Solanum Lycopersicum*) sebagai Bahan Pelembab, 2014)

Jeruk kunci adalah semua tumbuhan berbunga anggota marga Citrus dari suku Rutaceae (suku jeruk-jerukan). Anggotanya berbentuk pohon dengan buah yang berdaging dengan rasa masam yang segar, meskipun banyak di antara anggotanya yang memiliki rasa manis. Komposisi buah jeruk terdiri dari bermacam - macam, diantaranya air 70-92 % (tergantung kualitas buah), gula, asam organik, asam amino, vitamin, zat warna, mineral dan lain-lain. Rasa masam berasal dari kandungan asam sitrat yang memang terkandung pada semua anggotanya. Kandungan asam sitrat banyak pada waktu buah masih muda, tetapi setelah buah masak makin berkurang (Pracaya, 2000).

Nanas (*Ananas sativus*) termasuk famili Bromeliceae dari kelas Monokotyledoneae. Tanaman hortikultura ini mulai memproduksi pada umur 12 bulan. Nanas yang terkenal di Indonesia adalah nanas dari Sumatera (nanas Siantar dan Palembang), dan di Jawa adalah nenas Bogor, nenas klayatan. Nanas memiliki nilai gizi yang tinggi, kaya akan vitamin A,B, C, dan mineral (kalsium, fosfor, dan besi), dan mengandung senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan yaitu flavonoid dan polifenol (Hossain dan Rahman, 2011).

TABEL 4. Komposisi sari nenas dalam 100 g bahan

Komponen	Banyaknya
Air	85,00%
Protein	0,40 %
Lemak	0,20 %
Abu	0,40 %
Gula	12,00 %
Asam	1,00 %
Vitamin A	130,00 IU
Vitamin B	0,08 mg
Vitamin C	24,00 mg

Sumber : (Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi terhadap Mutu Minuman Beralkohol dari Nenas (*Ananas sativus*), 2010)

BAHAN DAN METODE

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah multimeter, timbangan digital, indikator universal, lempeng seng sebagai kutub negatif, lempeng tembaga sebagai kutub positif, kabel sebagai penghubung antar komponen, gelas ukur untuk mengukur volume ekstrak buah yang akan diuji, wadah sebagai penampung ekstrak buah yang akan diuji, blender, aquades.

Sampel yang digunakan adalah tomat, nanas, belimbing wuluh, apel dan jeruk kunci.

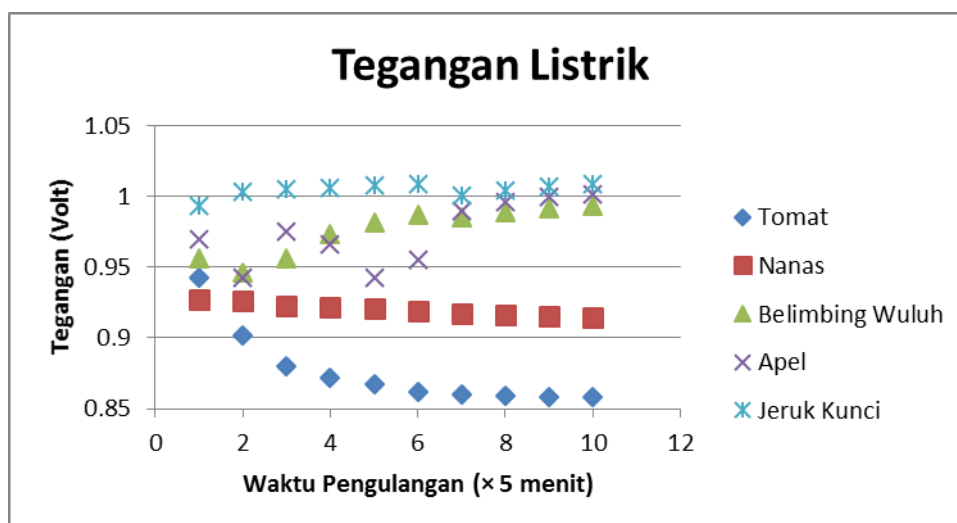
Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Pengukuran dilakukan untuk mengukur nilai pH, tegangan dan kuat arus listrik. Setiap pengukuran diulang sebanyak 10 kali dimana masing-masing pengulangan dilakukan setiap 5 menit. Pengulangan ini dilakukan untuk mengetahui perubahan nilai tegangan dan kuat arus listrik terhadap waktu. Sebelum pengukuran masing-masing sampel dipastikan memiliki ukuran

yang sama. Ukuran yang dimaksud adalah volume dan atau massa ekstrak buah yang diukur. Ekstrak buah yang diukur masing-masing diukur sebanyak 100 gram dengan pengenceran/ penambahan 100 ml aquades.

Populasi penelitian adalah buah dan sayur yang memiliki kadar asam yang tinggi sesuai dengan yang telah disebutkan pada batasan masalah. Untuk menyeragamkan dalam penyebutan maka buah dan sayur yang dijadikan sampel untuk selanjutnya akan disebut sebagai buah saja.

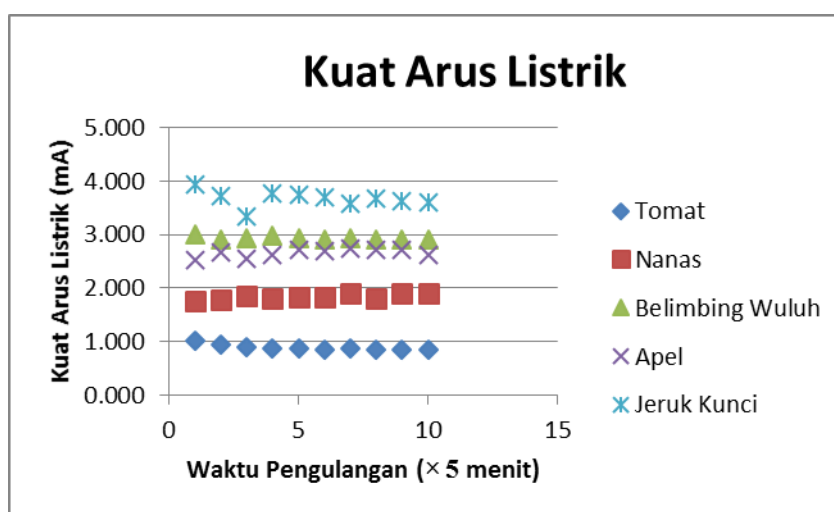
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengukuran diketahui urutan buah yang menghasilkan tegangan rata-rata paling tinggi adalah jeruk kunci ($1,005 \pm 0,0002$ volt), belimbing wuluh ($0,976 \pm 0,0027$ volt), apel ($0,974 \pm 0,0046$ volt), nanas ($0,920 \pm 0,0002$ volt) dan tomat ($0,876 \pm 0,0067$ volt). Grafik dibawah ini menunjukkan hasil pengukuran tegangan dalam 10 kali pengulangan untuk masing – masing sampel.



Gambar 1. Grafik tegangan listrik buah yang diujicobakan

Data hasil pengukuran kuat arus listrik adalah jeruk kunci ($3,672 \pm 0,2130$ mA), belimbing wuluh ($2,931 \pm 0,0085$ mA), apel ($2,658 \pm 0,0518$ mA), nanas ($1,839 \pm 0,0244$ mA) dan tomat ($0,890 \pm 0,0258$ mA).



Gambar 2. Grafik kuat arus listrik dari buah yang diujicobakan

Urutan buah yang memiliki pH paling tinggi adalah tomat (5), nanas (4), apel (3,7), jeruk kunci (3) dan belimbing wuluh (2).

Krisis energi terutama energi listrik di negara kita, perlu dicarikan solusi sesegera mungkin. Karena itulah pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi harus terus digalakkan agar permasalahan negara dapat segera

teratasi. Negara kita dianugerahi sumber daya alam yang melimpah, terutama buah dan sayur. Pemanfaatan SDA ini tentu harus dikembangkan agar dapat menjadi salah satu solusi yang dapat ditawarkan untuk mengatasi permasalahan negara utamanya dalam bidang energi. Telah banyak kajian dan penelitian sebelumnya tentang sumber energi alternatif diantaranya energi

listrik dari belimbing wuluh, jeruk dan apel. Untuk mengetahui seberapa besar tegangan dan kuat arus listrik yang dihasilkan buah-buahan ini, diperlukan beberapa tahapan yang telah disebutkan sebelumnya pada tahap metode penelitian. Diantaranya, proses ekstraksi buah dan pengukuran pH ekstrak. Ekstraksi buah dilakukan dengan penambahan aquades agar proses ekstraksi lebih mudah. Selama 50 menit pengukuran/pengamatan (dengan pengulangan 5 menit sekali) ternyata pH ekstrak buah tidak mengalami perubahan kecuali pada apel. Pada ekstrak apel, pH yang semula berubah menjadi 3 pada pengulangan ke-8 (menit ke-40). Hal ini karena proses oksidasi apel lebih cepat dibandingkan buah lain.

Berdasarkan hasil pengukuran dengan 10 kali pengulangan, nilai tegangan dan kuat arus listrik yang terukur relatif stabil dengan standar deviasi 0,0002 sampai 0,0067 untuk tegangan dan 0,0085 sampai 0,2130 untuk kuat arus listrik. Nilai tegangan dan kuat arus listrik yang dihasilkan buah berbeda-beda karena setiap buah memiliki kadar keasaman yang berbeda pula. Pada 10 kali pengulangan, dengan lama pengulangan masing-masing 5 menit nilai ukur dan tegangan juga berbeda-beda untuk setiap buah. Hal ini karena nilai keasaman buah dan sayur mengalami kenaikan ketika buah dan sayur mulai membusuk karena proses fermentasi menghasilkan asam yang lebih sehingga meningkatkan kekuatan elektrolit dalam buah dan sayur (Amin dan Dey, tanpa tahun).

Tegangan dan kuat arus listrik yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dijelaskan dengan mengadopsi prinsip kerja sel volta. Jika dua elektrode berbeda dimasukkan ke dalam larutan elektrolit maka akan

menghasilkan energi listrik sebagai hasil reaksi kimia yang berlangsung spontan. Reaksi kimia yang terjadi merupakan reaksi redoks (reduksi-oksidasi). Pada anode (Zn) terjadi reaksi oksidasi sedangkan pada katode (Cu) terjadi reduksi. Elektron terus berpindah dari anode (proses oksidasi) menuju katode (proses reduksi). Dalam larutan elektrolit, muatan diangkut oleh kation ke katode dan oleh anion ke anode. Reaksi ini terus berulang hingga menghasilkan energi listrik. Proses oksidasi yang terjadi pada penelitian ini menghasilkan lapisan tipis yang menempel pada elektrode. Semakin lama lapisan ini semakin menebal dan akan memperlambat proses oksidasi itu sendiri, dengan demikian energi listrik yang dihasilkan akan semakin kecil. Lapisan hasil oksidasi yang menempel pada lempeng elektrode ini tentu saja mempengaruhi akurasi hasil pengukuran. Dengan demikian lempeng elektrode yang digunakan hanya dapat dipakai sekali saja hal ini untuk menghindari ketidakakuratan data hasil penelitian.

Menurut Purnomo tahun 2010, apabila suatu larutan konduktor elektrolit memiliki tingkat keasaman yang rendah (pH besar) maka semakin sedikit ion yang dihasilkan sehingga arus listrik yang dihasilkan juga semakin kecil dan akibatnya konduktivitas juga semakin kecil. Secara sederhana, arus listrik dapat didefinisikan sebagai aliran elektron-elektron pada suatu penghantar dalam waktu tertentu. Pada konduktor elektrolit, aliran elektron-elektron ini dibawa oleh ion-ion penghantar. Dimana semakin asam suatu larutan maka semakin banyak ion yang dihasilkannya, dengan kata lain larutan tersebut akan semakin elektrolit. Sebaliknya semakin lemah

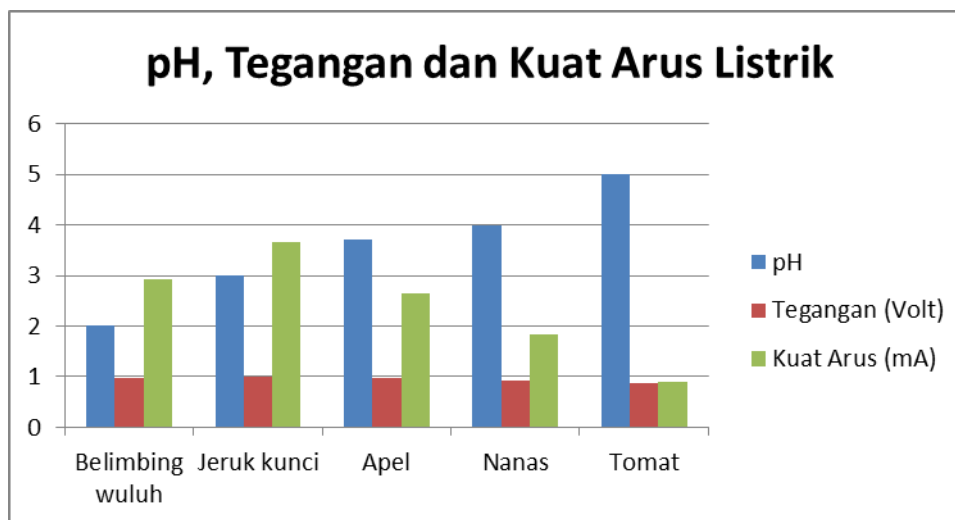
keasaman larutan maka ion yang dihasilkan akan semakin sedikit sehingga kemampuan menghantarkan elektron akan menurun (arus listrik yang dihasilkan akan semakin lemah). Tingkat keasaman larutan berbanding terbalik dengan pH, artinya apabila tingkat keasaman suatu larutan tinggi, maka pH larutan tersebut akan semakin kecil dan sebaliknya.

Berdasarkan uraian diatas dapat dibuat kesimpulan bahwa semakin

kecil pH larutan maka arus yang dihasilkan akan semakin besar karena semakin banyak ion yang dapat dihasilkan sehingga kemampuan menghantarkan elektron akan semakin baik. Dan semakin besar pH larutan maka arus listrik yang dihasilkan akan semakin kecil karena ion yang dihasilkan semakin sedikit sehingga kemampuan menghantarkan elektron pun akan semakin lemah.

TABEL 8. Nilai rata-rata pH, tegangan (Volt) dan kuat arus listrik (mA)

Buah	Ph	Tegangan (Volt)	Kuat Arus (mA)
Tomat	5	0,876	0,890
Nanas	4	0,920	1,839
Belimbing wuluh	2	0,976	2,931
Apel	3,7	0,974	2,658
Jeruk kunci	3	1,005	3,672



Gambar 3. pH, tegangan dan kuat arus listrik yang dihasilkan buah yang diujicobakan

Grafik diatas menunjukkan nilai pH, tegangan dan kuat arus listrik dari buah yang diujicobakan. Jika didasarkan pada nilai pH maka urutan buah yang menghasilkan nilai kuat arus yang tertinggi adalah belimbing wuluh,

jeruk kunci, nanas dan apel, tomat. Namun pada penelitian ini, kuat arus yang dihasilkan belimbing wuluh lebih kecil dibanding jeruk kunci dengan selisih 0,7410 mA.

Pengukuran tegangan dan kuat arus listrik pada penelitian ini berkaitan pula dengan peristiwa elektrolisis. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi elektrolisis diantaranya luas permukaan tercelup dan sifat logam bahan elektrode. Pada penelitian ini, luas permukaan elektrode tercelup diusahakan selalu sama untuk pengukuran setiap ekstrak buah. Lempengan elektrode yang tercelup lama kelamaan akan tampak dilapisi/tertutup oleh lapisan hasil oksidasi. Semakin lama, lapisan yang menutupi/melapisi lempengan elektrode ini semakin menebal, peneliti tidak mengamati seberapa besarnya lapisan hasil oksidasi yang melapisi lempengan. Pengukuran mengenai ini dapat dilakukan untuk penelitian berikutnya. Hanya saja tampak jelas bahwa lapisan ini berbeda antara buah yang satu dengan buah yang lain karena kecepatan oksidasi antar buah yang berlainan. Hal ini tentu saja mempengaruhi akurasi hasil pengukuran tegangan dan kuat arus listrik yang dihasilkan buah.

Selain kedua hal diatas, hal lain yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran tegangan dan kuat arus listrik adalah jarak antar elektrode. Semakin besar jarak elektroda maka arus dan tegangan yang dihasilkan akan semakin kecil (Aisiyah Noor Imamah, 2013). Hambatan antar elektroda akan semakin kecil jika jarak semakin kecil dan sebaliknya, hambatan akan semakin besar jika jarak antar elektroda semakin jauh sehingga mempengaruhi nilai kuat arus dan tegangan listrik yang dihasilkan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini posisi elektrodanya tidak dibuat permanen. Perubahan jarak elemen elektroda saat pengukuran tentu akan mempengaruhi hasil pengukuran. Dari

uraian diatas dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan sari buah sebagai energi listrik alternatif cukup efektif karena arus dan tegangan yang dihasilkan relatif stabil.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan :

1. Urutan buah yang menghasilkan pH, tegangan dan kuat arus listrik dari yang paling tinggi yaitu jeruk kunci (3; 1,005 volt; 3,672 mA), belimbing wuluh (2; 0,976 volt; 2,931 mA), apel (3,7; 0,974 volt; 2,658 mA), nanas (4; 0,920 volt; 1,839 mA) dan tomat (5; 0,876 volt; 0,890 mA).
2. Nilai pH berbanding terbalik dengan kuat arus listrik karena semakin besar pH maka ion penghantar akan semakin sedikit sehingga tegangan dan kuat arus listrik semakin kecil dan sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M.N dan Dey, P. D. Tanpa Tahun. *Electrochemical Analysis of Fruit and Vegetable Freshness*. California : Universitas Nasional, Tanpa Tahun.
- Aprilia, Dhita dan Susanto, Wahoono Hadi. 2014. *Pembuatan Sari Apel (Malus sylvestris Mill) Metode Osmosis (Kajian Varietas Apel dan Lama Osmosis)*. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 2 no. 1, hal. 86-96.
- David, T.M. 2014. *Miniatur Monitoring dan Pemakaian Daya Listrik Berbasis Atmega 8535 Menggunakan PC*. Skripsi

- Sarjana pada Universitas Sumatera Utara.
- Fadli, U. M., Legowo, B., & Purnama, B. 2012. Demonstrasi Sel Volta Buah Nanas (*Ananas Comosus* L. Merr). *Indonesian Journal of Applied Physics*, 2(2), 1-8.
- Jauharah, Wira Dian. 2013. *Analisis Kelistrikan yang Dihasilkan Limbah Buah dan Sayuran sebagai Energi Alternatif Bio-Baterai*. Skripsi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember.
- Kartawidjaya, M, Abdurroccman, A dan Rumeksa, A. 2008. *Pencarian Parameter Bio-Baterai Asam Sitrat (C₆H₈O₇)*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi -II :105-115.
- Kumar, R. V., & Sarakonsri, T. (2010). Introduction to Electrochemical Cells. *High Energy Density Lithium Batteries: Materials, Engineering, Applications*, 1-25.
- Kholida, H., & Pujayanto, P. 2015. *Hubungan Kuat Arus Listrik dengan Keasaman Buah Jeruk dan Mangga*. Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (Vol. 6, No. 1).
- Majalah Energi*. [Online] 24 September 2010. [Dikutip: 17 April 2016.] <http://majalahenergi.com/forum/energi-baru-dan-terbarukan/bioenergy/belimbing-wuluh-sebagai-sumber-energi-alternatif>.
- Mulyati, M. (2008). Penetapan Tarif Dasar Listrik (TDL) untuk Sektor Industri di Indonesia. *Jurnal Teknik Industri*, 8(1), 47.
- Nandari, R. 2006. *Pengaruh Pemberian Ekstrak Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) terhadap Kadar Testosteron Bebas dan Libido Tikus Jantan Galur Wistar*. Disertasi Doktoral, Universitas Diponegoro.
- Noorulil, Bayu dan Adil, Ratna. *Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk Mengukur Kadar Keasaman Susu Cair, Sari Buah dan Soft Drink*. [Online] [Dikutip: 20 April 2016.] <http://thesis.umy.ac.id/datapublik/t25296.pdf>.
- Parhan, Nursalam. 2013. *Teknik Listrik*. Jakarta : Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan.
- Pracaya. 2002. *Jeruk Manis*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Purba, D. 2014. *Formulasi Sediaan Krim Cair Tangan dan Badan Menggunakan Sari Tomat (*Solanum Lycopersicum*) sebagai Bahan Pelembab*.
- Purnomo. 2010. *Pengaruh Keasaman Buah Jeruk Terhadap Konduktivitas Listrik*. ORBITH 6 (2), hal. 276-281.
- Sari, dkk. 2012. *Proses Pengawetan Sari Buah Apel (*Mallus sylvestris* Mill) secara Non-Termal Berbasis Teknologi Oscillating Magnetic Field (OMF)*. Jurnal Teknologi Penelitian Vol. 13 no 2, hal. 78-87.
- Sedra, A dan Smith, K. 2011. *Microelectronic Circuits International 6th Edition*. s.l. : Oxford University Press, 2011.
- Siahaan, A. S. 2010. *Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi terhadap Mutu Minuman Beralkohol dari Nenas (*Ananas sativus*)*.
- Situmorang, M. (2013). *Perancangan Sistem Perbaikan Faktor Daya ($\cos \phi$) Otomatis dengan Menggunakan Mikrokontroler*

- ATMega8535. Skripsi Sarjana Pada Universitas Sumatera Utara.
- Suryawinata, Handi. 2015. <http://blog.unnes.ac.id>. [Online] 13 Oktober 2015. [Dikutip: 18 April 2016.]
- Sutrisno. 1997. *Fisika Mekanika*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Wiryanta, B. 2002. *Bertanam Tomat*. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Young, Hugh D., Roger A. Freedman, and A. Lewis Ford. (2012). *University Physics with Modern Physics- 13th Ed*. Pearson Education, Inc
- Yulianti, D. (2016). *Analisis Kelistrikan Sel Volta Memanfaatkan Logam Bekas*. Skripsi Sarjana Pada Universitas Lampung.
- Zahro, S. R., & Bundjali, B. (2011). *Sel Galvani Menggunakan Floral Foam*. Artikel disampaikan dalam Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains 2011, Bandung.